

А.А. НАЗАРЧУК, С.В. ВЕРНИГОРОДСКИЙ,  
В.Г. ПАЛИЙ, Г.Г. НАЗАРЧУК



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИМИКРОБНЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ ДЕКАМЕТОКСИН

Винницкий национальный медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Винница,  
Украина

**Цель.** Исследовать свойства антимикробных хирургических материалов, содержащих декаметоксин.

**Материал и методы.** В эксперименте на модели первично инфицированной стафилококком раны (60 белых беспородных крыс-самцов) исследовали противомикробную эффективность перевязочного (медицинской бязи) и шовного (шелк) материалов, импрегнированных антисептиком декаметоксином (с 1,10-Декаметилена-бис (N,N-диметилметоксикарбонилметил) аммония дихлоридом), в сравнении с местным лечением ран хлоргексидином. Эффективность заживления изучали в эксперименте микробиологическим, морфологическим методами (3-и, 7-е, 14-е сутки).

**Результаты.** Установлено уменьшение количества *S. aureus* в ранах, зашитых антимикробным шелком, покрытых медицинской бязью с декаметоксином, уже на 3-и сутки ( $6,47 \pm 0,11$  КОЕ/мл). Доказано, что применение материалов, обработанных декаметоксином, имело преимущества в понижении микробной колонизации *St. aureus* (в 1,3-1,4 раза) через 7 суток. Полную эрадикацию *Staphylococcus aureus* определяли через 14 суток, в то время как в группе сравнения микробная колонизация превышала  $10^6$  КОЕ/мл ( $p < 0,01$ ).

В группе сравнения установлены патоморфологические изменения кожи в виде значительного воспалительного ответа, распространение гнойного воспаления дермы (3-и сутки). При применении антимикробного шовного, перевязочного материалов с декаметоксином отмечали угнетение воспалительной реакции в 1,5 раза ( $p < 0,05$ ); установлен экссудативно-гнойный характер воспалительного процесса в виде выраженной лейкоцитарно-макрофагальной реакции в первые 7 суток. В группе сравнения наблюдали тяжелой гнойно-продуктивный характер воспаления, прогрессирование некротически-дистрофических изменений (7-е сутки). При применении хирургического материала, импрегнированного декаметоксином, определяли ускорение репарации, более активное заживление ран (7-е, 14-е сутки), чем в группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Применение антимикробных хирургических материалов, импрегнированных декаметоксином, обеспечивает эффективное противомикробное, противовоспалительное и противоотечное действие, синхронизацию клеточных взаимодействий при заживлении гнойных ран, баланс между созревaniem и рассасыванием грануляций и рубцовой ткани.

**Ключевые слова:** местные антимикробные средства, швы, повязки, декаметоксин, заживление ран, воспаление, *Staphylococcus*

**Objective.** To study the properties of antimicrobial surgical materials containing decamethoxinum.

**Methods.** In the experimental model of the wound primary infected by *Staphylococcus* (60 white mongrel male rats), the antimicrobial effectiveness of dressings (medical coarse calico) and suture (silk) materials, impregnated with antiseptic decamethoxinum (with 1,10-Decamethylene-bis-(N,N-dimethylmethoxycarbonylmethyl) ammonium dichloride), in comparison with topical wound management with chlorhexidine was researched. The effectiveness of wound healing was studied experimentally by standard microbiological and morphological methods (3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> days).

**Results.** The decrease of *S. aureus* colonization in wounds ( $6.47 \pm 0.11$  CFU/ml) was registered on the 3<sup>rd</sup> day after administration of antimicrobial silk and medical coarse calico with decamethoxinum. The use of materials, impregnated with decamethoxinum was proved to have advantages in reduction of *S. aureus* colonization (in 1.3-1.4 times) after 7 days. Complete reduction of *S. aureus* from wounds was registered on the 14<sup>th</sup> day. But at the same time, in the comparison group microbial colonization was higher than  $10^6$  CFU/ml ( $p < 0.01$ ).

In comparison group the pathomorphological changes of skin were noted such as a significant inflammation response, purulent inflammation extension in the derma (3<sup>rd</sup> day). While using antimicrobial silk and dressings with decamethoxinum, the depression of inflammatory reaction more than in 1.5 times was registered ( $p < 0.05$ ); exudation and purulent character of the inflammatory process was specified in the form of the expressed activation of leucocytes and macrophages in the first 7 days. In comparison group a long-lasting purulent inflammation was observed as well as progression of necrotic and dystrophic disorders (7<sup>th</sup> day). After using of surgical material, impregnated with decamethoxinum, the acceleration of reparation, more active wound healing were registered (7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> day), than in comparison group ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions.** The use of antimicrobial surgical materials, impregnated with decamethoxinum provides effective antimicrobial, anti-inflammatory and anti-edematous action; synchronizes cell interaction in healing of purulent wounds; creates the balance between maturation and resorption of granulations and scar tissue.

**Keywords:** local anti-infective agents, sutures, bandages, decamethoxinum, wound healing, inflammation, *Staphylococcus*

**Novosti Khirurgii. 2018 Jan-Feb; Vol 26 (1): 16-23**

**Experimental Research of Effectiveness of Antimicrobial Surgical Materials Containing Decamethoxinum**

**A.A. Nazarchuk, S.V. Vernygorodskiy, V.G. Palii, G.G. Nazarchuk**

#### **Научная новизна статьи**

На модели первично-инфицированной раны изучены лечебные свойства антимикробных шовных и перевязочных материалов пролонгированного действия, импрегнированных новой антимикробной композицией, содержащей антисептик декаметоксин. Доказано, что хирургические материалы с декаметоксином за счет противомикробного, противовоспалительного, противоотечного действия, эффективно способствуют ускорению регенерации гнойных ран.

#### **What this paper adds**

The medical properties of antimicrobial sutures and dressings of prolonged action impregnated with a new antimicrobial composition containing antiseptic decamethoxinum were studied on the model of the primary infected wound. It has been proved that surgical materials with decamethoxinum due to antimicrobial, anti-inflammatory, anti-edematous effect, effectively promote the acceleration of purulent wounds regeneration.

#### **Введение**

Инфекция в хирургии остается актуальной проблемой современной медицины. На протяжении длительной истории хирургии одной из нерешенных проблем остается профилактика и лечение инфекционных осложнений, которые вызваны резистентными к антибиотикам микроорганизмами, существующими в форме биопленки. Развитие тяжелых осложнений ухудшает репарацию ран, способствует формированию хронических очагов инфекционного воспаления. Современные подходы в здравоохранении предусматривают повышение эффективности, сокращение длительности лечения хирургической инфекции. Известно, что достичь улучшения показателей профилактики, лечения раневой инфекции можно путем сокращения длительности первой фазы раневого процесса, применяя эффективные антимикробные препараты [1, 2, 3].

Важным требованием, которое предъявляется к антимикробным препаратам и материалам, является высокая пролонгированная бактерицидная активность. Для разработки противомикробных материалов часто используют импрегнацию медицинского текстиля антибиотиками, антисептиками [4]. Для оценки свойств профилактических средств с этих позиций актуальными и перспективными являются исследования многовекторного влияния медицинского антимикробного текстиля, импрегнированного декаметоксином, на ткани организма.

**Цель.** Исследовать свойства антимикробных хирургических материалов, содержащих декаметоксин.

#### **Материал и методы**

Для исследований использовали антимикробную композицию (АМК) декаметоксина (1,10-Декаметилен-бис (N,N-диметилметоксикарбонилметил) аммония дихлорида; ДКМ) с карбоксиметилкрахмалом, оксиэтилцеллюлозой; 0,1% водный раствор ДКМ; хирургические шелковые нити (5-0); стерильную медицинскую бязь (арт. 2С-3213-ГОТ; ТО 17 МД 13-26-96; Херсон, Украина). АМК используют для придания текстильным материалам медицинского назначения пролонгированных противомикробных свойств. В ее состав входят антисептик ДКМ (0,1 масс.%); натриевая соль карбоксиметилкрахмала (КМК; 0,5 масс.%), оксиэтилцеллюлоза (ОЭЦ; 1,0 масс.%), поливинилацетатная дисперсия (ПВА; 0,6 масс.%), вода (до 100). Импрегнацию шелка и медицинской бязи проводили двухваннным способом, используя АМК. В первой ванне 2 минуты обрабатывали текстильный материал полимерной композицией (КМК, ОЭЦ, ПВА), модуль ванны (МВ) 5, плюсовали до отжима 80%, потом опускали во вторую ванну с ДКМ на 2 минуты, МВ – 5, плюсовали до отжима 100%, высушивали поэтапно. Импрегнацию шелка и медицинской бязи также проводили однованным способом (МВ 5, 2 мин), используя только ДКМ без полимеров, высушивали поэтапно.

Экспериментальные исследования проводили на 60 белых беспородных крысах-самцах массой 240-260 г. Животных предварительно выдерживали в карантине три недели. В работе с животными придерживались требований «Европейской конвенции по защите хребетных животных» (Страсбург, 1986). Подопытные животные пребывали в условиях вивария со

свободным доступом к пище и воде. Животных разделили на три группы (по 20 в каждой). Исследование терапевтической эффективности антимикробных шовных материалов (шелка 5-0), перевязочных материалов (медицинской бязи) с АМК, ДКМ проводили путем их использования на модели первично инфицированной раны. Применяли шелк (5-0), импрегнированный АМК (I группа), 0,1 % водным раствором ДКМ (II группа). Раны закрывали образцами бязи медицинской (2 см<sup>2</sup>), импрегнированными АМК (I группа), 0,1 % водным раствором ДКМ (II группа). У животных группы сравнения (III группа) раны зашивали шелком, закрывали медицинской бязью, которые не имели анти-септических свойств.

Моделирование раны проводили под наркозом (кетамин 5% – 25 мг/кг, внутривенно). Раны (размер 1,5 см) наносили на спину в межлопаточной области путем рассечения кожи, подкожно-жирового, мышечного слоев после предварительной эпиляции, обработки операционного поля декасаном. Для моделирования гнойной раны вносили по 1 мл взвеси *S. aureus* ATCC 25923 (доза 10<sup>8</sup> КОЕ/мл), полученной из музея живых культур кафедры микробиологии Винницкого национального медицинского университета им. Н.И. Пирогова. На вторые сутки после инфицирования раны проводили механическую санацию раны, ее края сводили, наложив два узловых шва шелковыми нитками (5-0), импрегнированными АМК, на рану накладывали импрегнированную АМК медицинскую бязь (I группа). У животных II группы на вторые сутки после инфицирования края раны сводили, накладывая два узловых шва шелковыми нитками, импрегнированными 0,1% водным раствором ДКМ, после чего на рану накладывали образец бязи, импрегнированный соответствующим раствором ДКМ.

Перевязочные материалы в обеих группах фиксировали к коже узловыми швами по углам, увлажняли раствором NaCl 0,9%. В группе сравнения (III группа животных) на вторые сутки инфицированные раны обрабатывали водным 0,05% раствором хлоргексидина, края сводили и накладывали два узловых шва стерильными шелковыми нитками, в качестве перевязочного материала применяли стерильную медицинскую бязь без антисептиков. Ежедневно проводили обработку ран хлоргексидином.

Наблюдали за процессом заживления ран во всех группах ежедневно. Оценка противомикробной эффективности перевязочного, шовного материалов с АМК и ДКМ проводили на 3, 7, 14 сутки микробиологическим исследованием количества микроорганизмов в ранах.

Забор материала проводили путем прижатия диска из стерильной фильтровальной бумаги диаметром 6 мм к краям раны. Бумажный диск, пропитанный экссудатом, помещали в 1 мл стерильного 0,9% раствора натрия хлорида, проводили экспозицию в течение 1 часа. Потом элюат разводили в 100, 1000 раз и высевали по 0,1 мл на чашки Петри с питательной средой. Чашки с посевами помещали в условия термостата с температурным режимом 37°C, инкубировали 24 часа, после чего считали количество колоний, которые выросли, числовые значения выражали через десятичный логарифм колониеобразующих единиц в мл (lg КОЕ/мл) [5].

Согласно этическим стандартам и действующим рекомендациям животных выводили из эксперимента на 3, 7, 14 сутки от начала эксперимента в состоянии глубокого наркоза путем передозировки 1% тиопентала натрия. Морфологический материал подвергали стандартной проводке и заливке в парафин, изготавливали серийные срезы толщиной 5 мкм. Использовали окраску микропрепаратов гематоксилином-эозином, для оценки состояния коллагеновых волокон и склеротических изменений. Препараты также окрашивали пикрофуксином по Ван-Гизону, при котором соединительнотканые волокна дают характерное красное окрашивание [6].

### Статистика

Статистическую обработку данных проводили при помощи компьютерных программ Microsoft Excel 2013, Statistica 6.0. Для полученных показателей рассчитывались среднее арифметическое (M), стандартная ошибка среднего (m). Для оценки степени достоверности различий между группами использовали простой критерий Стьюдента (t). Уровень статистической значимости считали достоверным при p<0,05.

### Результаты

В результате микробиологического исследования раневых поверхностей на вторые сутки после инфицирования до применения антимикробных материалов существенных отличий в колонизации золотистым стафилококком ран животных групп наблюдения и сравнения установлено не было. Через 3 суток определяли уменьшение количества КОЕ/мл *S. aureus* на поверхности ран, зашитых антимикробным шелком, покрытых медицинской бязью с ДКМ независимо от состава, который использовали для импрегнации, и способа последней. Уста-

Таблица 1

Динамика микробной колонизации раны <i>S. aureus</i> (lg КОЕ/мл) (M±m)				
Группы	до применения антимикробных материалов (n=20)	3 сутки (n=20)	7 сутки (n=14)	14 сутки (n=8)
I (хирургические материалы, импрегнированные АМК)	9,01±0,09*	6,42±0,10**	3,57±0,12***	1,65±0,19***
II (хирургические материалы, импрегнированные ДКМ)	8,99±0,09*	6,47±0,11**	5,34±0,27***	2,93±0,14***
III (группа сравнения)	9,17±0,12	8,36±0,13	7,29±0,19	6,40±0,08

Примечание: \* —  $p > 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,05$ ; \*\*\* —  $p < 0,01$  в сравнении с третьей группой.

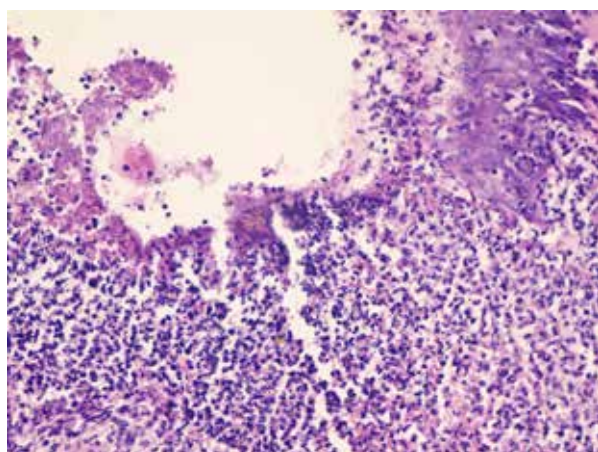
новлено, что микробная колонизация ран в группах наблюдения на 3 сутки не превышала  $6,47 \pm 0,11$  КОЕ/мл, что достоверно меньше, чем в группе сравнения ( $p < 0,05$ ; таблица 1).

Существенное снижение микробной колонизации золотистым стафилококком в 1,3-1,4 раза ниже критично допустимого уровня  $10^6$  КОЕ/мл установлено через 7 суток у животных первой группы ( $p < 0,01$ ). При использовании перевязочных материалов с ДКМ для закрытия инфицированных ран (I и II группы) установлена почти полная эрадикация *S. aureus* через 14 суток, в то время как в ранах группы сравнения микробная колонизация превышала  $10^6$  КОЕ/мл ( $p < 0,01$ ).

При патоморфологическом исследовании кожи наиболее значительный воспалительный ответ наблюдали у животных третьей группы; так, в зоне имплантации шелковых нитей на 3 сутки установлено значительное преимущество полиморфноядерных лейкоцитов (ПЯЛ) в сравнении с остальными группами (таблица 2; рис. 1).

Микроскопически определяли клеточный детрит, окруженный выраженной пиогенной мембраной с большим количеством лейкоцитов. Гнойное воспаление распространялось на все шары дермы с ее отеком, в клеточном инфильтрате также выявляли макрофаги и лимфоциты.

**Рис. 1. Гнойный экссудат с клеточным детритом и превалированием полиморфноядерных лейкоцитов. Третье сутки. Третья группа. Окраска — гематоксилин-эозин. Ув.×200.**



Сосудистая реакция проявлялась полнокровием и диапедезными кровоизлияниями. Ядра эндотелия сосудов гемомикроциркуляторного русла были отечны, увеличены в размерах, бледно окрашенные, отдельные — с пикнозом и кариорексисом.

У животных второй и особенно первой групп, которым применяли АМК и 0,1% ДКМ соответственно, уже на третьи сутки отмечали уменьшение воспалительной реакции в сравнении с третьей группой. При этом наиболее благоприятные показатели воспалительного ответа регистрировали у животных с ДКМ, где количество ПЯЛ и макрофагов ( $p < 0,05$ ) уже в столь ранние сроки уменьшалось в 1,5 раза в сравнении с группой без антисептиков (таблица 2).

На 7 сутки в группе сравнения наблюдали прогрессирование некротическо-дистрофических изменений и воспалительной реакции с незначительным уменьшением количества ПЯЛ относительно предыдущего срока, но достоверно большим, чем в первой и второй группах ( $p < 0,05$ ), где использовали импрегнацию хирургических материалов декаметоксином (таблица 2).

Между фибробластами наблюдали большое количество аморфного либо мелкозернистого промежуточного вещества, в котором располагалось довольно много лейкоцитов, макрофагов, а также небольшие многоядерные клетки. Глубже зону некроза окружала незрелая грануляционная ткань со значительным количеством полнокровных тонкостенных сосудов и клеток, среди которых превалировали ПЯЛ и макрофаги. Вокруг сосудов сосочкового шара дермы обнаруживали тканевые базофилы (ТБ) в состоянии дегрануляции, которые численно ( $p < 0,05$ ) превалировали в третьей группе в сравнении с первой и второй группами. Также увеличивалось количество фибробластов, которые интенсивно пролиферировали (таблица 2).

На 7 сутки наблюдения во всех исследуемых группах грануляционная ткань была представлена расширенными кровеносными капиллярами и клеточными элементами. Стенки кровеносных капилляров были утолщены,



Таблица 2

**Плотность расположения клеточных элементов тканей первично инфицированной раны при использовании шелковых нитей, импрегнированных растворами антисептиков, на 3, 7, 14 сутки (на 1 мм<sup>2</sup>) (M±m)**

Клеточный состав	Группы								
	группа сравнения			группа с АМК*			группа с ДКМ**		
	3 сутки	7 сутки	14 сутки	3 сутки	7 сутки	14 сутки	3 сутки	7 сутки	14 сутки
ПЯЛ	8760± 307,4	9310± 302,7	6700± 366,6	5970± 306,9*	4300± 538,5*	1660± 404,2*	5260± 183,9*	4100± 468,8*	3400± 832,6*
Макрофаги	930± 39,5	970± 71,6	780± 51,2	770± 51,7*	650± 61,9*	440± 42,7*	700± 64,9*	630± 61,5*	480± 61,1*
Лимфоциты	450± 45,3	700± 57,7	920± 35,9	440± 33,9**	560± 49,8*	620± 48,9*	410± 56,6**	520± 84,1*	680± 55,4*
Плазмоциты	340± 52,1	580± 75,2	780± 64,6	250± 42,8*	470± 49,5*	300± 44,7*	260± 45,2*	450± 85,9*	350± 65,4*
ТБ	720± 32,6	670± 44,0	480± 75,6	690± 48,2**	500± 57,7*	210± 62,2*	570± 59,7*	450± 58,2*	250± 52,1*
Фибробласты	350± 54,2	720± 59,2	810± 56,6	420± 66,3**	620± 44,2**	560± 61,8*	380± 51,2**	530± 63,3*	670± 51,7*
ГМЯКИТ	50± 16,6	190± 48,1	450± 47,7	80± 24,9**	250± 50,0**	280± 46,6*	60± 26,6**	160± 40,0**	380± 57,3**

Примечание: ПЯЛ — полиморфноядерные лейкоциты; ТБ — тканевые базофилы; ГМЯКИТ — гигантские многоядерные клетки инородных тел; \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p > 0,05$  по отношению к группе сравнения.

за счет чего просветы их несколько сужены. В первой и второй группе выявили определенные отличия от описанного строения: в слое вертикальных сосудов были обнаружены отдельные уплотненные участки, которые имели мало аморфного промежуточного вещества; в таких зонах кровеносные сосуды с окружающими их фибробластами и клетками макрофагального ряда располагались более плотно, чем в участках, которые имели много аморфного вещества. Соответственно уплотненным участкам слой грануляционной ткани более тонкий, вследствие чего слой горизонтальных фибробластов лежит ближе к поверхности раны, чем в участках, богатых аморфным промежуточным веществом. Вокруг шовного материала с ДКМ и его композицией в тканях наблюдали уменьшение плотности воспалительной инфильтрации в сравнении с предыдущим периодом наблюдения (таблица 2).

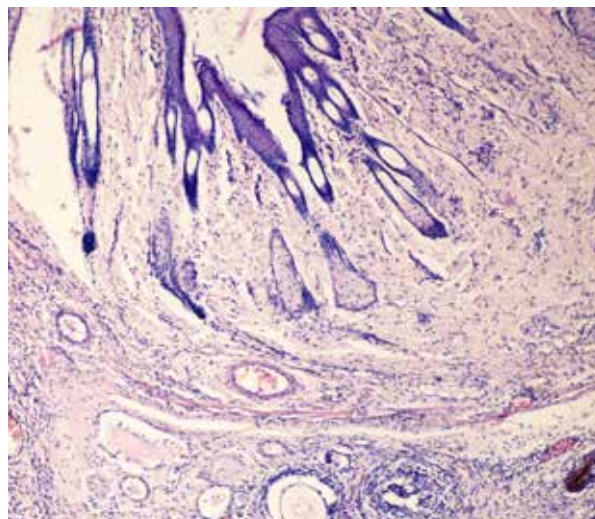
На 14 сутки исследования в третьей группе количество ПЯЛ, в сравнении с предыдущим сроком наблюдения уменьшалось, а также было достоверно ( $p < 0,05$ ) меньше их количества в тканях крыс первой и второй групп, с более результативными показателями в первой группе, что свидетельствовало о достаточном пролонгированном противовоспалительном эффекте ДКМ при использовании хирургических материалов его АМК.

На фоне уменьшения в клеточном инфильтрате количества ПЯЛ увеличивалось количество лимфатических и плазматических клеток, которые были расположены преимущественно вокруг имплантированных нитей. Количество

гигантских многоядерных клеток инородных тел (ГМЯКИТ) в местах имплантации шелковых лигатур в данном периоде наблюдения оставалось на достаточно высоком уровне во второй и третьей группах и было достоверно меньше ( $p < 0,05$ ) у экспериментальных животных первой группы (таблица 2).

При гистологическом исследовании тканей в третьей группе определяли незначительный отек дермы с диссоциацией коллагеновых волокон дермы вокруг шовного материала. Также в данном периоде наблюдения уменьшились степень кровенаполнения сосудов микроцирку-

**Рис. 2. Единичные гигантские многоядерные клетки и фибробласты вокруг шовного материала. Незначительная лимфоцитарная инфильтрация, расширенные кровеносные сосуды. 14 сутки. Первая группа наблюдения (хирургические материалы, импрегнированные АМК). Окраска — гематоксин-эозин. Ув.×200.**



ляторного русла, количество капилляров. Тем не менее, сохранялись хронический характер воспалительного инфильтрата и гранулематозная реакция.

В первой и второй группах на 14 сутки наблюдения отек тканей дермы не определяли, воспалительные инфильтраты практически не наблюдали, а гранулематозная реакция характеризовалась единичными ГМЯКИТ (рис. 2).

Таким образом, сравнительный анализ воспалительного ответа при моделировании гнойной раны, имплантации шовного материала и применении антимикробного перевязочного материала дал возможность установить, что воспалительный процесс в начальном периоде носит экссудативно-гнойный характер до 7 суток и направлен на очищение места имплантации от инородного тела и продуктов распада тканей, о чем свидетельствовала выраженная лейкоцитарно-макрофагальная реакция.

Численность этих клеточных элементов в тканях достигала максимального количества на третьи сутки наблюдения и постепенно снижалась после семи суток эксперимента. В отличие от гнойных ран, для лечения которых применяли материалы с АМК и ДКМ (первая и вторая группы), в группе сравнения воспаление носило затяжной гнойно-продуктивный характер. Основное место в нем занимало формирование гранул инородных тел и соединительной ткани для ограничения этого процесса. В первой и второй группах уже на третьи сутки наблюдали снижение количества ПЯЛ в 1,5 раза, нежели в группе сравнения ( $p < 0,05$ ), на 7 и 14 сутки происходило ускорение репарации тканей и заживления ран.

### Обсуждение

На сегодняшний день существует широкий перечень хирургических шовных и перевязочных материалов, которые обладают дополнительными лечебными свойствами, в том числе и антимикробными. Но, несмотря на разное образование современных многофункциональных перевязочных материалов, проблема лечения инфицированных ран не теряет своей актуальности. Основной задачей в лечении таких ран является снижение уровня колонизации условно-патогенными бактериями, что способствует созданию оптимальных условий для репарации поврежденных тканей [1, 7].

Соответственно современным представлениям, параллельно с формированием коллагеновых волокон происходит их частичная деструкция, в результате чего происходит более тонкая регуляция процесса новообразования

фиброзной ткани. Рассасывание коллагеновых волокон препятствует накоплению и уплотнению волокнистой основы раны и тем самым поддерживает крово- и лимфооборот в грануляциях на постоянно высоком уровне [8].

Степень эпителизации тесно связана с грануляциями и обусловлена состоянием тканей раны, обменом веществ, трофикой, степенью и характером бактериального загрязнения. Эпителизация заканчивается на 7-10 сутки, а через 10-15 суток после ранения уменьшается толщина новообразованного эпителия. Хотя, может наблюдаться и задержка эпителизации, что всегда связано с осложнениями течения раневого процесса. Как известно, чрезмерная продукция цитокинов в воспалительную фазу заживления ран приводит к угнетению синтеза факторов роста, недостаточной пролиферации клеток фибробластического ряда и задержке эпителизации [9].

Важнейшим условием нормального протекания репарации тканей является строгая синхронизация процесса эпителизации, с одной стороны, и дозревания грануляционной ткани — с другой. Равновесие между дозреванием и рассасыванием грануляций и рубцовой ткани лежит в основе феномена раневой контракции — равномерного концентрического сокращения краев и стенок раны. Во второй и третьей фазах заживления раневая контракция, как правило, сопровождается интенсивной эпителизацией, что свидетельствует о нормальном протекании раневого процесса. Полученные результаты нашего исследования говорят о наличии противовоспалительных и противоотечных свойств у хирургических материалов, импрегнированных АМК и ДКМ, которые также оказали положительное влияние на синхронизацию клеточных взаимодействий при заживлении гнойных ран.

### Заключение

Применение хирургических материалов, импрегнированных антимикробной композицией ДКМ, достоверно обеспечивает эффективное раннее снижение микробной колонизации ран *S. aureus* в эксперименте, способствует их заживлению. Одновременно с высокой пролонгированной противомикробной активностью хирургические материалы, импрегнированные АМК, обеспечивают противовоспалительный, противоотечный эффект в ране.

В соответствии с данными морфологического исследования установлено преимущество применения хирургических материалов, импрегнированных антимикробной композицией декаметоксина с карбоксиметилкрахмалом,

оксиэтилцеллюлозой, поливинилацетатом, за счет выраженного противовоспалительного и противоотечного эффекта на 7-14 сутки наблюдения.

### Финансирование

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований Винницкого национального медицинского университета им. Н.И. Пирогова в рамках научно-исследовательской работы «Изучение многовекторности свойств лекарственного антимикробного препарата декаметоксина и его лекарственных форм». Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов авторы не получали.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт отсутствует.

### Одобрение комитета по этике

Исследование было одобрено Комиссией по вопросам биомедицинской этики и утверждено ученым советом Винницкого национального медицинского университета им. Н.И. Пирогова (протокол № 5 от 25.11.2015 г.).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Sood A, Granick MS, Tomaselli NL. Wound dressings and comparative effectiveness data. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2014 Aug 1;3(8):511-29. doi: 10.1089/wound.2012.0401.
2. Kong M, Chen XG, Xing K, Park HJ. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review. *Int J Food Microbiol*. 2010 Nov 15;144(1):51-63. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.012.
3. Максименя ГГ. Клинико-фармакологическая характеристика препаратов для обработки ран. *Воен Медицина*. 2014;(2):105-14.
4. Percival SL, Finnegan S, Donelli G, Vuotto C, Rimmer S, Lipsky BA. Antiseptics for treating infected wounds: Efficacy on biofilms and effect of pH. *Crit Rev Microbiol*. 2016;42(2):293-309. doi: 10.3109/1040841X.2014.940495.
5. Афиногенов ГЕ, Лебедева ИК, Даровская ЕН, Афиногенова АГ, Зайцева МЮ, Молдавер БЛ, Балаев ТА, Богданова ТЯ. Новый природный антисептик галенофиллипт для лечения стафилококковой локализованной инфекции в кожно-мышечной ране у белых мышей. *Клин Микробиология*

### Адрес для корреспонденции

21018, Украина,  
г. Винница, ул. Пирогова, д. 56,  
Винницкий национальный  
медицинский университет  
им. Н.И. Пирогова,

*Антимикроб Химиотерапия*. 2010;12(2):170-76.

6. Автандилов ГГ. Основы патологоанатомической практики: рук. 3 изд, доп. Москва, РФ: РосМА-ПО; 2007. 480 с.
7. Obermeier A, Schneider J, Wehner S, Matl FD, Schiek M, von Eisenhart-Rothe R, Stemberger A, Burgkart R. Novel high efficient coatings for antimicrobial surgical sutures using chlorhexidine in fatty acid slow-release carrier systems. *PLoS One*. 2014 Jul 1;9(7):e101426. doi: 10.1371/journal.pone.0101426. eCollection 2014.
8. Попов ВА, ред. Раневой процесс: нанобиотехнологии оптимизации. С-Петербург, РФ: СпецЛит, 2013. 199 с.
9. Menke NB, Ward KR, Witten TM, Bonchev DG, Diegelmann RF. Impaired wound healing. *Clin Dermatol*. 2007 Jan-Feb;25(1):19-25. doi:10.1016/j.clindermatol.2006.12.005.

### REFERENCES

1. Sood A, Granick MS, Tomaselli NL. Wound dressings and comparative effectiveness data. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2014 Aug 1;3(8):511-29. doi: 10.1089/wound.2012.0401.
2. Kong M, Chen XG, Xing K, Park HJ. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review. *Int J Food Microbiol*. 2010 Nov 15;144(1):51-63. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.012.
3. Maksimenia GG. The kliniko-farmakologicheskyy characteristic of preparations for processing of wounds. *Voен Meditsina*. 2014;(2):105-14. (in Russ.)
4. Percival SL, Finnegan S, Donelli G, Vuotto C, Rimmer S, Lipsky BA. Antiseptics for treating infected wounds: Efficacy on biofilms and effect of pH. *Crit Rev Microbiol*. 2016;42(2):293-309. doi: 10.3109/1040841X.2014.940495.
5. Afinogenov GE, Lebedeva IK, Darovskaya EN, Afinogenova AG, Zaitseva Mlu, Moldaver BL, Balaev TA, Bogdanova Tla. A new natural antiseptic «Galeno-phyllipt» for the treatment of staphylococcal skin muscle wound infection in white mice. *Klin Mikrobiologiya Antimikrob Khimioterapiya*. 2010;12(2):170-76. (in Russ.)
6. Avtandilov GG. Osnovy patologoanatomicheskoi praktiki: ruk. 3 izd, dop. Moscow, RF: RosMAPO; 2007. 480 p. (in Russ.)
7. Obermeier A, Schneider J, Wehner S, Matl FD, Schiek M, von Eisenhart-Rothe R, Stemberger A, Burgkart R. Novel high efficient coatings for antimicrobial surgical sutures using chlorhexidine in fatty acid slow-release carrier systems. *PLoS One*. 2014 Jul 1;9(7):e101426. doi: 10.1371/journal.pone.0101426. eCollection 2014.
8. Popov VA, red. Ranevoi protsess: nanobiotehnologii optimizatsii. S-Petersburg, RF: SpetsLit, 2013. 199 p. (in Russ.)
9. Menke NB, Ward KR, Witten TM, Bonchev DG, Diegelmann RF. Impaired wound healing. *Clin Dermatol*. 2007 Jan-Feb;25(1):19-25. doi:10.1016/j.clindermatol.2006.12.005.

### Address for correspondence

21018, Ukraine,  
Vinnytsia, Pirogov str., 56,  
Vinnytsya National Pirogov  
Memorial Medical University,  
Department of Microbiology

кафедра микробиологии,  
e-mail: nazarchukoa@gmail.com,  
Назарчук Александр Адамович

e-mail: nazarchukoa@gmail.com,  
Nazarchuk Alexandr A.

#### Сведения об авторах

Назарчук Александр Адамович, к.м.н., старший преподаватель кафедры микробиологии, Винницкий национальный медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Винница, Украина.

<http://orcid.org/0000-0001-7581-0938>

Вернигородский Сергей Викторович, д.м.н., профессор, профессор кафедры патологической анатомии, судебной медицины и права, Винницкий национальный медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Винница, Украина.

<http://orcid.org/0000-0002-9314-8527>

Палий Виктор Гордеевич, д.м.н., профессор, профессор кафедры общей хирургии, Винницкий национальный медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Винница, Украина.

<http://orcid.org/0000-0002-2289-1786>

Назарчук Галина Григорьевна, к.м.н., ассистент кафедры глазных болезней Винницкого национального медицинского университета им. Н.И. Пирогова, г. Винница, Украина.

<http://orcid.org/0000-0003-3902-1741>

#### Информация о статье

*Поступила 4 апреля 2017 г.*

*Принята в печать 25 сентября 2017 г.*

*Доступна на сайте 5 февраля 2018 г.*

#### Information about the authors

Nazarchuk Aleksandr A., PhD, Senior Lecturer of the Department of Microbiology, Vinnytsya National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine.

<http://orcid.org/0000-0001-7581-0938>

Vernygorodskyi Sergii V., MD, Professor, Professor of the Department of Pathological Anatomy, Forensic Medicine and Law, Vinnytsya National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine.

<http://orcid.org/0000-0002-9314-8527>

Palii Viktor G., MD, Professor, Professor of the General Surgery Department, Vinnytsya National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine.

<http://orcid.org/0000-0002-2289-1786>

Nazarchuk Galina G., PhD, Assistant of the Eye Diseases Department, Vinnytsya National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine.

<http://orcid.org/0000-0003-3902-1741>

#### Article history

*Arrived 4 April 2017*

*Accepted for publication 25 September 2017*

*Available online 5 February 2018*